

## 複数周波数電波伝搬特性を用いた Es 層の空間構造推定に関する 2次元 FDTD シミュレーション

○ 三宅壮聡 黒川貴寛（富山県立大学）

### 2-dimensional FDTD simulations of estimating spatial structure of Es layer by wave propagation characteristics with different frequencies

○ Taketoshi MIYAKE, Takahiro KUROKAWA  
Toyama Prefectural University

We performed 2-dimensional FDTD simulations with two-types of electron density profiles in the lower ionosphere, uniform ionospheric layer model and oval shape electron cloud model, and then confirmed characteristics of MF wave propagations in the ionosphere. According to sounding rocket experiments, we can only obtain altitude profile of wave intensity, especially magnetic field intensity. In this study, therefore, we are going to try to estimate spatial structure in the lower ionosphere by analyzing altitude profile of magnetic field intensities of MF waves with different frequencies. Simulation results indicate that spatial structure in the lower ionosphere can be estimated by analyzing altitude profiles of different waves emitted from different wave sources with various frequencies. Effects of spatial structure in the lower ionosphere are shown especially on propagation characteristics of MF waves above the altitude of the spatial structure itself. According to these simulation results, we are going to estimate spatial structures of Es layer by the observation results of rocket experiments executed at Uchinoura Space Center in 2011.

電離圏電子密度の解析手法として、ロケットによる直接観測、レーダによる観測、シミュレーション（Full-wave 法や FDTD 法）などがある。本研究では異なる周波数を持つ電波源について 2 次元 FDTD 法を用いたシミュレーションを行い、電離圏の空間構造が電波伝搬特性に与える影響の周波数による違いについて解析した。その結果から、ロケット観測で得られる電波強度の高度分布から電離圏空間構造を推定できる可能性を検討する。FDTD シミュレーションでは自由な空間構造の解析が可能であり、本研究では電離圏下部領域における特徴的な空間構造としてスボラディック E 層を想定している。電離圏モデルとして、層状、楕円電子雲の空間構造を持つ 2 種類のスボラディック E 層を仮定し、スボラディック E 層の空間構造が電波伝搬特性に与える影響を調べた。さらに実際に行われている電離圏ロケット観測を想定して、シミュレーション結果から電波の磁界強度高度分布を求め、スボラディック E 層モデルが異なる場合の磁界強度高度分布を比較し、その特徴から逆に電離圏空間構造の推測を行えるかについて検証を行った。層状モデルでは電離層上空で高度が上昇するにしたがって磁界強度が単調減少し、楕円電子雲モデルでは電子雲中で磁界強度は減少した後、電子雲上空で再び磁界強度が増加するという違いが現れた。この磁界強度の変化は電波源の周波数によって異なり、Es 層の空間構造を推定するためには、複数周波数の電波による観測が必要である。これらの結果を元に、2011 年 12 月に内之浦宇宙空間観測所で実施されたロケット実験の観測データからスボラディック E 層の空間構造を検討する。